

**Einfluß einer purinfreien Formeldiät
mit einem wechselnden Fettgehalt
auf Harnsäure, Harnstoff, Kreatinin und Elektrolyte
im Serum und Urin des Menschen**

Christine Hauber

1974

Aus der Medizinischen Poliklinik der
Universität München

Direktor : Professor Dr. Seitz

Einfluß einer purinfreien Formeldiät mit einem
wechselnden Fettgehalt auf Harnsäure, Harnstoff,
Kreatinin und Elektrolyte im Serum und Urin des
Menschen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Höheren Medizinischen Fakultät
der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Christine Hauber
aus
Simmentberg

1974

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität
München

Berichterstatter : Priv. Doz. Dr. Wolfram

Mitberichterstatter : Prof. Dr. Zöllner

Dekan: Prof. Dr. Spann

Tag der mündlichen Prüfung : 26.11.1974



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Methodik	
a) Versuchspersonen	5
b) Versuchsablauf	6
c) Formeldiät	7
d) Chemische Bestimmungen	13
3. Ergebnisse	
a) Versuchspersonen	16
b) Harnsäure	19
c) Harnstoff-N	22
d) Kreatinin	26
e) Elektrolyte	29
4. Diskussion	36
Zusammenfassung	44
Literaturverzeichnis	45

Einleitung

Harnsäure ist das Stoffwechselendprodukt des Purinabbaus beim Menschen. Die direkte Harnsäureaufnahme im Darm spielt in der menschlichen Physiologie keine wesentliche Rolle (34). Die Harnsäure in Serum und Urin stammt also 1. aus der Purinkörperzufuhr mit der Nahrung, der sog. "exogenen Harnsäure", und 2. aus der "endogenen Harnsäure", die aus dem Abbau der bei der physiologischen Zellmauserung anfallenden Zellbausteinen entsteht (14, 30, 35). Diesen Abbauprozess wird durch die Tatsache bestätigt, daß bei Krankheiten mit vermehrtem Zelluntergang, z.B. Leukämie, der Harnsäurespiegel im Blut und die Harnsäureausscheidung erhöht sind.

Die Ausscheidung der Harnsäure über die Niere ist mit etwa 80% der wichtigste Weg der Elimination dieses Stoffwechselendprodukts.

Im Stuhl ist keine meßbare Menge Harnsäure enthalten, da die mit den Verdauungsssekreten ausgeschiedene Harnsäure durch die Darmbakterien abgebaut wird. - Durch Schweiß und Hautabschilferung findet keine Ausscheidung statt.

Der gesamte Stickstoffgehalt des Serums setzt sich aus dem Proteinstickstoff und dem Reststickstoff zusammen. Der Reststickstoff besteht bis zu 90% aus Harnstoff-N, der übrige Anteil enthält Harnsäure-N, Kreatinin-N, Aminosäuren-N, Ammoniak-N u.a.

Der Harnstoff-N-Spiegel im Serum verhält sich ungefähr proportional zum Proteingehalt der Nahrung: bei proteinreicher Ernährung steigt der Harnstoff-N an, bei proteinarmer Ernährung fällt er ab. Man kann also aus dem Harnstoff-N Rückschlüsse auf die zugeführte Proteinmenge ziehen: 1g Harnstoff-N entspricht ungefähr 6,25g Eiweiß (20). - Ein gesunder Organismus befindet sich im Stickstoffgleichgewicht, d.h. Stickstoffzufuhr und Stick-

stoffausscheidung halten sich die Waage. Bei einer konstanten Zufuhr eines stets gleichbleibenden Proteins mit gleichbleibender biologischer Wertigkeit müßte also eine konstante Ausscheidung stickstoffhaltiger Substanzen feststellbar sein.

Kreatinin entsteht im Muskel aus Kreatinphosphat. Kreatinphosphat, der wichtigste Energielieferant für die Muskelkontraktion, wird aus Kreatin gebildet, das in weitgehend konstanter Tagesmenge in der Leber aufgebaut wird. Kreatinin wird quantitativ im Urin ausgeschieden. Bei kreatininfreier Ernährung ist die tägliche Ausscheidung konstant und der Muskelmasse des Körpers proportional.

Natrium als wichtigstes Kation der extrazellulären Flüssigkeit wird mit der Nahrung und dem Trinkwasser aufgenommen. Natrium wird nahezu vollständig aus dem Verdauungskanal resorbiert. Die Ausscheidung erfolgt zu 95% über den Urin, zu 4,5% über den Stuhl und zu 0,5% über den Schweiß (26). Die Aufrechterhaltung einer relativ konstanten Natriumkonzentration im Serum hängt von der Fähigkeit der Nieren ab, die Ausscheidung des Ions zu variieren.

Die Erhöhung bzw. Erniedrigung der Natriumzufuhr steht außerdem in engem Zusammenhang mit einer Gewichtszunahme bzw. Abnahme des Organismus. Veränderungen des extrazellulären Natriumgehalts gehen immer mit Änderungen des Wasserhaushalts und damit Gewichtsänderungen einher. Die Adaptation an eine Salzbelastung ist immer an eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr gebunden.

Kalium unterliegt im Gegensatz zu Natrium keinem so fein regulierten Konservierungsmechanismus. Der Kaliumhaushalt ist aber, vor allem auf der Ebene des distalen Tubulus, eng mit dem Natriumhaushalt verbunden. So sinkt z.B. bei einer verminderten Natriumrückresorption, wie bei Aldosteronmangel, der Natriumspiegel im Serum ab, während der Kaliumspiegel bis auf das Doppelte ansteigen kann.

Unter einer Formeldiät versteht man eine qualitativ und quantitativ genau festgelegte Diät. Die Vorteile liegen auf der Hand: Sämtliche Nahrungsstoffe, die dem Organismus zugeführt werden, sind in ihrer Art und Menge bekannt, sie können über einen längeren Zeitraum in immer derselben Zusammensetzung zugeführt werden, die Einfuhr kann in einem tatsächlichen Verhältnis zur Ausfuhr geschehen werden und die Diät ist, dank ihrer bekannten Zusammensetzung, jederzeit reproduzierbar. Der Nachteil der Formeldiät liegt in ihrer Einförmigkeit und dem nicht gerade angenehmen Geschmack, den nur wenige Personen über einen längeren Zeitraum zu ertragen bereit sind.

Im vorliegenden Fall wurde 9 Wochen lang eine Formeldiät verabreicht, deren Zusammensetzung nach jeweils 3 Wochen geändert wurde. Während der ersten 3 Wochen bestand die Diät zu 13% aus Eiweiß (Magermilchpulver und Butter), zu 41% aus Fett (Magermilchpulver, Butter, Sojaöl und Olivenöl) und zu 46% aus Kohlenhydrate (Magermilchpulver, Butter und Glucosin). In den nächsten 3 Wochen wurde die prozentuale Zusammensetzung nicht geändert, statt dessen wurde der Anteil an Butter durch Sojaöl ersetzt. In den darauffolgenden 3 Wochen wurden nur noch 12% Eiweiß (wieder Magermilchpulver und Butter) gegeben, dagegen 70% Fett (Butter, Olivenöl,

Saffloröl und Magermilchpulver) und nur noch 18% Kohlenhydrate (Butter und Magermilchpulver). Der Einfluß dieser genau festgelegten Diät auf wichtige Parameter wie Harnsäure, Harnstoff-Stickstoff, Kreatinin, Kalium und Natrium wurde in Serum und Urin der Versuchspersonen untersucht. Gleichzeitig wurde die Verträglichkeit der flüssigen, purinfreien Formeldiät für den menschlichen Organismus geprüft.

Methodik

a) Versuchspersonen

Es wurden 2 Versuchspersonen über einen Zeitraum von 63 Tagen beobachtet.

1. Versuchsperson R : männlich, 26 Jahre, Gewicht 72,2kg

2. Versuchsperson W : weiblich, 23 Jahre, Gewicht 57,6kg

Beide Personen waren klinisch und anamnesticch gesund.

Besonders wurde keine Nierenerkrankung oder Stoffwechselanomalie festgestellt.

Beide Versuchspersonen sind Nichtraucher.

Während der Dauer des Versuchs wurde die gewohnte Lebensweise beibehalten, d.h. Einhaltung eines normalen Tag-,Nachtzyklus, Besuch von Vorlesungen und Kursen, und gelegentlichen Langtouren oder Wanderungen.

Das Gewicht der Versuchspersonen wurde täglich (mit Ausnahme der Wochenenden) immer zur selben Tageszeit und immer auf derselben Waage bestimmt.

b) Versuchsablauf

Der Versuch dauerte 105 Tage lang, vom 9.9.71 bis zum 22.12.1971. Dieser Zeitraum wurde in 5 Phasen eingeteilt, die jeweils 21 Tage dauerten. Diese Zeitspanne genügt für eine ausreichende Stabilisierung der untersuchten Parameter. Während der ersten und letzten Phase wurde Normalkost verzehrt, während der 2., 3. und 4. Phase, also 63 Tage lang, wurde eine Formeldiät eingenommen.

Während der 1. und der 5. Phase wurden bei beiden Versuchspersonen Kontrolluntersuchungen des Blutes und des Urins in unregelmäßigen Abständen durchgeführt. - Das Serum wurde abzentrifugiert und eingefroren, soweit es nicht sofort verarbeitet wurde. Aus diesen Serumproben wurden die Triglyceride, das Cholesterin, die Harnsäure, Natrium und Kalium, der Harnstoff-Stickstoff und Kreatinin bestimmt.

In der 2., 3., und 4. Phase, also während der Einnahme der Formeldiät, wurden zweimal wöchentlich 20ml Blut aus der Armvene nach 10stündigem Fasten entnommen. Zu Beginn jeder Phase wurden außer den vorher genannten Parametern noch GOT, GPT und die Prothrombinzeit bestimmt. Gleichzeitig wurde ein Blutbild mit Bestimmung der Erythrozyten, Leukozyten und des Hämoglobins durchgeführt.

Zu Beginn jeder Versuchsphase wurde bei beiden Versuchspersonen der Urinstatus mit einer Mittelstrahlurinprobe geprüft. Außerdem wurde von der männlichen Versuchsperson während der Einnahme der Formeldiät in jeder Woche zweimal über 24 Stunden der gesamte Urin gesammelt. Jeweils in der ersten Woche jeder neuen Phase wurde täglich der 24-Stunden Urin gesammelt. Eine kleine Probe der gesamten Urinmenge wurde zur Bestimmung der Parameter verwendet. Wie aus dem Serum wurde die Harnsäure, Natrium, Kalium, Harnstoff-N und Kreatinin bestimmt.

c) Formeldiät

Während der 1. Phase wurde die sog. Münchner Normalkost eingenommen, d.h. die übliche Ernährung wurde täglich genau protokolliert und von einer Diätassistentin in ihren Zusammensetzung aufgeschlüsselt. Dabei ergab sich ein P/S-Quotient von 0,24 (R) bzw. 0,28 (W) und eine Aufteilung in 12,5% Protein, 42,5% Fett und 45% Kohlenhydrate.

Während der 2. Phase wurde eine flüssige Formeldiät, die in ihren Zusammensetzung der Normalkost entsprach, eingenommen. P/S-Quotient : 0,3

13% Protein (als Magermilchpulver)

41% Fett (davon 48% gesättigte Fettsäuren,
37,8% ungesättigte Fettsäuren,
14,2% vielfach ungesättigte FS)

46% Kohlenhydrate (als Glucosin)

Diese Phase diente vor allem zur Anpassung an die ungewöhnliche Form der Ernährung.

Während der 3. Phase setzte sich die Formeldiät ebenfalls aus 13% Protein, 41% Fett und 46% Kohlenhydrate zusammen. Der P/S-Quotient betrug aber 7,3

was durch eine andere Zusammensetzung des Fetts erreicht wurde: 11% ges. FS, 14% unges. FS und 75% vielfach unges. FS.

Während der 4. Phase bestand die Zusammensetzung der Formeldiät aus 12% Protein, 70% Fett und 18% Kohlenhydrate.

Der P/S-Quotient betrug 1,2

Zusammensetzung des Fetts: 30,7% ges. FS, 27,3% unges. FS
42% vielfach unges. FS

In dieser Form der Formeldiät wurde also ein großer Teil der Kohlenhydrate durch Fett ersetzt.

Während der 5. Phase bestand die Ernährung wieder aus der Münchner Normalkost, die derjenigen der 1. Phase entsprach.

Während der ganzen Dauer des Versuchs sollte das Körpergewicht konstant gehalten werden.

Die männliche Versuchsperson erhielt täglich

1600 ml der Formeldiät, was 3500 kcal entspricht, die weibliche Versuchsperson 850 ml, entsprechend 2200kcal. In 1000 ml der Diät waren etwa 2g Kochsalz enthalten. Insgesamt waren in 1000 ml der Diät etwa 2g Natrium und etwa 3,6g Kalium enthalten.

Der Bedarf an Vitaminen wurde durch 1 Kapsel eines Multivitaminpräparats (Supradin®) pro Tag gedeckt.

Zusätzlich zur Formeldiät war selbstverständlich jedes andere Nahrungsmittel verboten.

Um trotzdem weder physisch noch psychisch auf das Kauen verzichten zu müssen, war Kaugummi erlaubt.

Als Getränke nahmen die Versuchspersonen ungesüßten Tee, Kaffee und Wasser in beliebiger, aber genau protokollierter Menge zu sich.

Formeldiät der 2.Phase des Versuchs

Gesamtmenge 1000ml

	Eiweiß	Fett	KH	kcal	Na	K	Ca
	g	g	g		mg	mg	mg
225g Magermilch-							
pulver	78,7	2,2	117	832	1260	2000	2320
15g Butter	0,52	54,27	0,2	504,8	2,6	10,4	8,7
39g Olivenöl		38,86		361,4			
13g Safloröl		13		120,8			
170g Glucosin			164,9	680	214,2	3,4	4,1
2g Natriumchlorid					786,7	0,2	
350mg Cholesterin							
100ml Wasser					1,1	0,5	0,2

79,22	108,33	282,1	2459	2264,6	5014,2
13%	41%	46%			

	Cholesterin	ges. FS	1fach un- ges. FS	vielrfach un- ges. FS	F/S
225g Magermilch-					
pulver		1,54	0,44	0,02	
15g Butter	182	37,73	10,78	0,45	
39g Olivenöl		6,05	24,2	4,2	
13g Safloröl		1,08	1,63	9,24	
350mg Cholesterin	350				
	532	47	37,05	13,95	0,3

Formeldiät der 3. Phase des Versuchs

Gesamtmenge 1000ml

	Eiweiß g	Fett g	KH g	kcal	Na mg	K mg	Ca mg
225g Magermilch- pulver	78,7	2,2	117	832	1260	3600	2225
100g Safloröl		106		985,7			
170g Glucosin			164,9	680	214,2	3,4	4,5
2g NaCl					730,7	0,2	
550mg Cholesterin							
500ml Wasser					1,1	0,5	40,1
	78,7	108,2	281,9	2495,7	2262	3604,1	2270,1
	13%	41%	46%				

	Cholesterin	ges. FS	1fach un- ges. FS	me rfach un,ges. FS	r/S
225g Magermilch- pulver		1,54	0,44	0,02	
106g Safloröl		8,55	13,3	73,15	
170g Glucosin					
2g NaCl					
550mg Cholesterin	550				
500ml Wasser					
	550	10,09	13,74	73,17	7,1

Formeldiät der 4.Phase des Versuchs

Gesamtmenge 1000ml

	Eiweiß	Fett	KH	kcal	Na	K	Ca
	g	g	g		mg	mg	mg
225g Magermilch-							
pulver	78,7	2,2	117	832	1260	3600	2925
50g Butter	0,52	54,27	0,2	504,8	2,6	10,4	8,1
39g Olivenöl		38,86		361,4			
99g Safloröl		99		918,5			
2g NaCl					786,7	0,2	
360mg Cholesterin							
500ml Wasser					1,1	0,2	1,1
	79,22	194,33	117,2	2016	2050,4	3600,4	2933,1
	12%	70%	18%				

	Cholesterin	ges. FS	1fach un- ges. FS	mehrfach unges. FS	1/2
225g Magermilch-					
pulver		1,54	0,44	0,02	
50g Butter	182	37,73	10,78	0,49	
39g Olivenöl		6,65	24,15	4,12	
99g Safloröl		8,01	12,46	60,52	
2g NaCl					
360mg Cholesterin	360				
	542	53,93	47,83	73,24	1,4

d) Chemische Bestimmungen

Quantitative Bestimmung der Harnsäure in Serum und Urin

Die Harnsäurebestimmung wurde nach der Methode von Praetorius und Poulsen (1953), modifiziert von Zöllner (1963), durchgeführt.

Das Prinzip dieser enzymatischen Methode beruht auf der Urikolyase, d.h. dem Abbau der Harnsäure durch Urikase zu Allantoin, Wasserstoffperoxid und CO_2 , einem Abbaupfad der Harnsäure, der im menschlichen Organismus im Gegensatz zu vielen Säugetieren nicht stattfindet. Da Harnsäure bei 293 nm ein charakteristisch hohes Absorptionsmaximum besitzt, Allantoin und Wasserstoffperoxid in diesem Wellenbereich jedoch nicht absorbieren, ist die Extinktionsabnahme der Abnahme der Harnsäurekonzentration proportional (33. 19).

Der Extinktionsabfall beträgt für die Harnsäurekonzentration von 1 g/ml bei 10 mm Schichtdicke der Quarzküvette und dem in folgenden verwendeten Glyzinpuffer 0,0745 Extinktion.

Verwendete Reagenzien:

1.) Glyzinpuffer-Stammlösung: 0,66 M, pH = 9,3

Man löst 25g kristallines Glyzin in 200ml bidest. H_2O , gibt 110ml normale NaOH dazu und füllt auf 500ml aqua bidest. auf. Die H^+ -Konzentration ist am pH-Meter zu kontrollieren, um den Glyzinpuffer vor Mikroorganismen zu schützen, wird er über Chloroform aufbewahrt. So ist die Lösung bei kühler Lagerung über längere Zeit haltbar.

2.) Glyzinpuffer-Gebrauchslösung:

Glyzinpuffer-Stammlösung wird im Verhältnis 1:10 mit dest. Wasser verdünnt. Für eine Meßreihe wird immer dieselbe Gebrauchslösung verwendet um Verdünnungsfehler auszuschalten.

3.) Enzympräparat

Urikase Lövens (Lövens Kemiske Fabrik, Kopenhagen)

4.) Urikase-Stammlösung:

Der Inhalt einer Urikase-Ampulle wird mit 0,25ml Glyzinpuffergebrauchslösung aufgelöst.

5.) *Unikase-Gebrauchslösung:*

Eine ausreichende Menge der Unikase-Stammlösung wird im Verhältnis 1:200 mit Puffergebrauchslösung verdünnt. Die Eigenextinktion liegt bei dieser Verdünnung zwischen 0,012 und 0,018. Für eine Meßreihe muß immer dieselbe Unikase-Gebrauchslösung verwendet werden.

Durchführung:

1.a) *Verdünnung des Serums:*

Das Serum wird mit Puffergebrauchslösung im Verhältnis 1:25 verdünnt. Da Serum im alkalischen Milieu leicht schäumt, muß die Verdünnung mit Gluzinpuffer sehr vorsichtig durchgeführt werden. Erst nach einer exakten Auffüllung des Meßkolbens bis zur Marke kann gut gemischt werden. Weil das verdünnte Serum in alkalischem Milieu an der Luft rasch oxidiert, muß von diesem Schritt an zügig weitergearbeitet werden.

b) *Verdünnung des Urins:*

Eine ausreichende Menge des Tagesurins wird mit Gluzingebrauchspuffer im Verhältnis 1:250 verdünnt.

2.) *Für die photometrische Bestimmung werden folgende Ansätze verwendet:*

Zur Bestimmung der Eigenextinktion des Enzyms E_E :

1a) 2ml Puffergebrauchslösung + 1ml Unikasegebrauchslösung

b) 3ml Puffergebrauchslösung

Zur Bestimmung des Extinktionsabsfalls im Serum bzw. Urin E_{ES}

2c) 2ml verd. Serum bzw. Urin + 1ml Puffergebrauchslösung

d) 2ml verd. Serum bzw. Urin + 1ml Unikasegebrauchslösung

Alle Ansätze werden in Doppelbestimmungen durchgeführt.

Alle Proben werden gut geschüttelt und dann bei Zimmertemperatur 20 Minuten stehen gelassen, um einen Abschluß der Reaktion zu gewährleisten.

3.) Die Ablesung erfolgt an einem Spektralphotometer bei 293 nm mit Quarzküvetten von 10 mm Schichtdicke. Zur Bestimmung der Eigenextinktion des Enzyms E_E wird Ansatz

1a) gegen 1b) als Nullwert abgelesen. Zur Bestimmung des

Extinktionsabfalls im Serum wird Ansatz 2c) gegen 2d) als Nullwert abgelesen.

Um eine Übertragung des Ferments zu vermeiden, werden die einzelnen Kuvetten immer für denselben Ansatz verwendet. In Stichproben kann nach 10 min die Ablesung der Serumproben wiederholt werden um festzustellen, ob die Urikase-Reaktion abgeschlossen war.

4.) Berechnung:

Bei Berücksichtigung der Verdünnungen und Abrundung des Extinktionskoeffizienten ergeben sich folgende Formeln:

$$\text{Serum: } \frac{E_E \cdot E_{HS}}{2} \cdot 100 = \text{Harnsäure (mg\%)}$$

$$\text{Urin: } \frac{E_E \cdot E_{HS}}{2} \cdot 100 \cdot \text{Tagesmenge Urin (ml)} = \text{Harnsäure (mg/die)}$$

Bestimmung von Natrium und Kalium

Die Bestimmung von Natrium und Kalium in Serum und Urin wurde mit dem Flammenphotometer durchgeführt.

Bestimmung von Harnstoff-N und Kreatinin

Sowohl Harnstoff-N als auch Kreatinin wurden mit einem Autoanalizer (Typ SMA, 6/60) im Zentrallaboratorium der Poliklinik bestimmt.

Im Prinzip handelt es sich auch hier um Reaktionen, bei denen durch die photometrische Messung eines Farbstoffs, der aus dem zu untersuchenden Stoff gebildet wird, die Konzentration dieser Substanz errechnet werden kann.

3. Ergebnisse

a) Versuchspersonen

Beide Versuchspersonen gewöhnten sich nach Appetitlosigkeit an den ersten 2 Tagen sehr schnell an die flüssige, im Geschmack gleichbleibende Formeldiät. Während der ersten Wochen blieb es allerdings noch etwas unangenehm, daß nichts gekaut werden konnte. Nach den ersten 4-5 Wochen bildete sich bei der Versuchsperson W ein weißer Belag auf der Zunge, der bis zum Ende der Formeldiät subjektiv spürbar dicken zu werden schien.

Trotz der langen Dauer des Versuchs trat aber keine psychische Beeinträchtigung auf.

Die Formeldiät enthielt etwa 2g weniger Natrium als die normale Durchschnittskost. Während der ersten 6 Tage trat ein auffälliger Gewichtsverlust auf: Bei der Versuchsperson R von 72,1kg auf 69,9kg und bei W von 57,6kg auf 56kg. Obwohl beide Personen kalorisch ausreichend ernährt wurden, wurde dieser Gewichtsverlust bis zum Ende der Formeldiät nicht mehr ausgeglichen. Im Gegenteil sank das Gewicht bei Versuchsperson W während der 4. Phase der Formeldiät weiter auf den tiefsten Punkt von 54,8kg ab.

Beide Versuchspersonen zeigten während des ganzen Versuchs ein normales Verhalten des Verdauungstrakts, abgesehen von einer 2-tägigen leichten Magenverstimmung bei Versuchsperson W, die sicher durch eine Infektion zustande kam. Gelegentlich klagten beide über ein Druckgefühl in der Magengegend nach den Mahlzeiten. Es wurden keine Durchfälle oder Verstopfung registriert, der Stuhlgang war ziemlich regelmäßig, mengenmäßig weniger als normal, nicht sehr hart, aber geformt.

Beide Versuchspersonen hatten zeitweise Bläschen und offene Stellen im Mund.

Bei beiden Versuchspersonen wurde im Verlauf des Versuchs eine starke Verlängerung der Prothrombinzeit festgestellt. Diese Begleiterscheinung der Formeldiät wird in der parallel laufenden Arbeit abgehandelt. Nach Beendigung der Formeldiät normalisierte sich die Blutgerinnung wieder.

1. Name:
 2. Vorname:
 3. Matrikelnummer:
 4. Datum:
 5. Fach:
 6. Lehrer:
 7. Klasse:
 8. Semester:
 9. Studienjahr:
 10. Prüfungsnummer:
 11. Prüfungsdatum:
 12. Prüfungszeit:
 13. Prüfungsart:
 14. Prüfungsgegenstand:
 15. Prüfungsbeurteilung:
 16. Prüfungsbeurteilung:
 17. Prüfungsbeurteilung:
 18. Prüfungsbeurteilung:
 19. Prüfungsbeurteilung:
 20. Prüfungsbeurteilung:

A

71

70

69

68

67

66

65

60

40

20

Time

1.0.1.1

1. Phase

2. Phase

4. Phase

b) Die Harnsäurewerte im Serum

Sowohl bei Versuchsperson R als auch bei Versuchsperson W sanken die Harnsäurewerte unter der purinfreien Formeldiät weit unter den Ausgangswert ab. Allerdings trat dieser Abfall bei beiden erst nach 8 Tagen ein, während nach 5 Tagen Formeldiät noch ein Anstieg bei R von 4,8mg% auf 5,8mg% und bei W von 4,25mg% auf 4,5mg% festgestellt wurde.

Am Ende der 2.Phase des Versuchs, also nach 3 Wochen purinfreier Kost lag bei Versuchsperson R der Harnsäurespiegel bei 3,8mg%, also um 1mg% niedriger als der Ausgangswert, bei Versuchsperson W lag der Harnsäurewert mit 3,25mg% ebenfalls um 1mg% niedriger als zu Beginn der Diät.

Während der 3.Phase, nach 4 Wochen purinfreier Diät, pendelte der Harnsäurewert sich auf die relativ konstanten Werte 3,5mg% (R) und 2,75mg% (W) ein. nach 4 Wochen erreichten also beide Versuchspersonen das tiefste Harnsäureniveau. Diesen Tiefpunkt wurde während der nächsten Wochen purinfreier Kost nicht mehr erreicht.

Bei beiden Personen stiegen während der 4.Phase die Harnsäurewerte kontinuierlich wieder an. Bei Versuchsperson R betrug der Harnsäurewert nach 9wöchiger Purinkarenz 4,4mg%, also derselbe Wert wie zu Beginn der Diät der Ausgangswert. Bei Versuchsperson W lag er mit 2,9mg% allerdings noch um 0,7mg% niedriger als der Ausgangswert.

b) Die Harnsäureausscheidung im Urin

Die durchschnittliche Harnsäureausscheidung unter Normalkost betrug bei Versuchsperson R 490mg/die. Unter purinfreier Diät sank die Ausscheidung auf 300mg/die ab.

Die Harnsäureausscheidung im Urin entsprach nur ungefähr dem Verlauf des Serumharnsäurespiegels. Im Gegensatz zu dem anfänglichen Anstieg der Serumharnsäure fiel die Harnsäureausscheidung ab dem 3.Tag der 2.Phase kontinuierlich ab und pendelte sich schon ab dem 8.Tag purinfreier Kost auf ein konstantes Niveau ein. Während der Serumharnsäurespiegel bei beiden Versuchspersonen in der 4.Phase deutlich anstieg, blieb die Harnsäureausscheidung bis auf 2 erhöhte Werte, die sich im Rahmen der üblichen Schwankungsbreite befanden, ziemlich konstant auf einem Niveau zwischen 290mg und 375mg/die. Allerdings liegt die durchschnittlich geringste Harnsäureausscheidung mit 303mg in der 3.Phase gegenüber einem Durchschnittswert von 322mg in der letzten Phase der purinfreien Ernährung. Es wird also auch in der Harnsäureausscheidung unter der Diät der 4.Phase eher ein Anstieg der Werte angedeutet.

c) Harnstoff-N im Serum

Beide Versuchspersonen befanden sich unter Normalkost bei konstantem Körpergewicht in einem Stickstoffgleichgewicht. Die Proteinzufuhr in der ersten Phase der Formeldiät wurde bei Versuchsperson R um etwa 30g gegenüber der Normalkost erniedrigt, bei Versuchsperson W blieb sie fast gleich. Der Harnstoff-N im Serum stieg bei beiden Versuchspersonen während der ersten 4 Tage unter der Formeldiät stark an: Von 17,5mg% auf 21mg% (R), und von 14,5mg% auf den über der Norm liegenden Wert von 26,5mg% (W). - Die Harnstoff-N-Konzentration fiel im weiteren Verlauf bei beiden Versuchspersonen einigermassen parallel ab und stieg dann bei der letzten Messung der 2. Phase plötzlich wieder an.

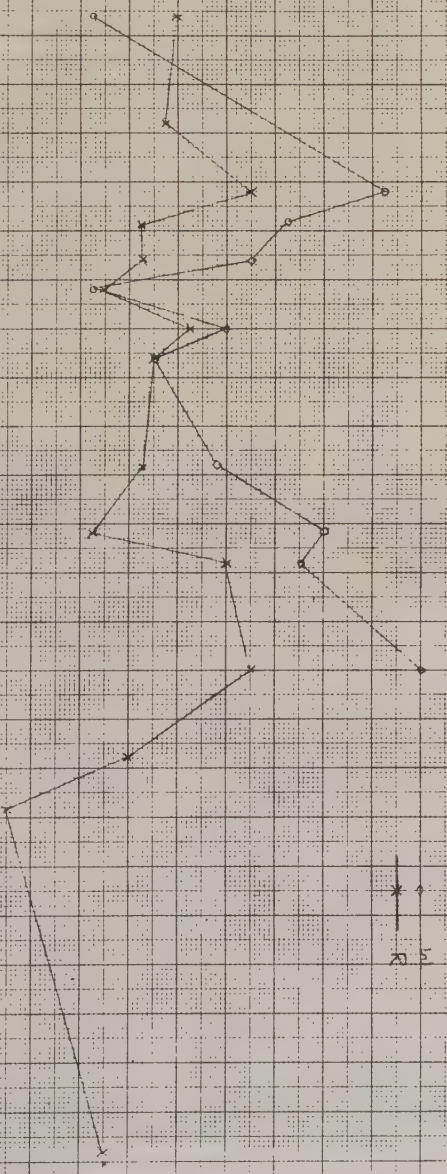
Bei Versuchsperson W blieb die Eiweißzufuhr auch in den folgenden Phasen der Formeldiät gleich. Trotzdem stieg der Harnstoff-N im Serum fast ununterbrochen an. - Im Gegensatz dazu sank die Harnstoff-N-Konzentration bei Versuchsperson R in der 3. Phase ab, obwohl die Eiweißzufuhr bei ihm von 92,12g auf 110,25g erhöht wurde und damit fast die Proteinzufuhr der Normalkost erreicht wurde. In der 4. Phase allerdings stieg auch bei ihm die Harnstoff-N-Konzentration an, obwohl dieselbe Eiweißmenge wie während der 3. Phase zugeführt wurde.

5 Tage nach Beendigung der Formeldiät war der Harnstoff-Stickstoff bei Versuchsperson R auf einen niedrigeren Wert abgesunken, der in keinem Verhältnis zur Proteinaufnahme stand. Nach 14 Tagen wurde wieder ein der Norm entsprechenden Wert gemessen.



100%

5 R



Energie	19%	13%	10%	10%
	44%	46%	70%	44%
KH	19%	13%	10%	10%
	44%	46%	70%	44%
Fell	19%	13%	10%	10%
	44%	46%	70%	44%

Formel

-20

100

100

c) Harnstoff-N im Urin

Die Harnstoff-N-Konzentration im Urin zeigte fast denselben Verlauf wie die Konzentration im Serum, nur mit dem Unterschied, daß erhöhte Urinwerte immer 3-7 Tage nach einem Gipfel in der Serumkonzentration auftraten und einer erniedrigten Serumkonzentration nach einigen Tagen eine verminderte Ausscheidung folgte. Man konnte also beobachten, daß an einem Tag mit hoher Harnstoff-N-Konzentration im Serum eine niedrige Harnstoff-N-Ausscheidung stattfand, der nach einigen Tagen eine vermehrte Ausscheidung folgte, die ihrerseits wieder von einer niedrigen Serumkonzentration begleitet war.



1. [un] %J. Sonnet.

2. [un] %J. Sonnet.

3. [un] %J. Sonnet.

4. [un] %J. Sonnet.

5. [un] %J. Sonnet.

6. [un] %J. Sonnet.

7. [un] %J. Sonnet.

8. [un] %J. Sonnet.

Figure

d) Kreatinin im Serum

Da während der Formeldiät keine kreatininhaltigen Nahrungsmittel zugeführt wurden, wurde eine konstante Kreatinin-Konzentration im Serum erwartet. Die Kurven verliefen bei beiden Versuchspersonen nahezu parallel und schwankten im allgemeinen nur in einem kleinen Bereich. Auffällig waren nur der einmalige Anstieg am 8.Tag der 2.Phase auf 1,3mg% (W), bzw. 1,1mg% (R) gegenüber einem Ausgangswert von 1mg%, und der einmalige, starke Abfall zu Beginn der 3.Phase auf 0,7mg% (W) bzw. 0,8mg% (R).

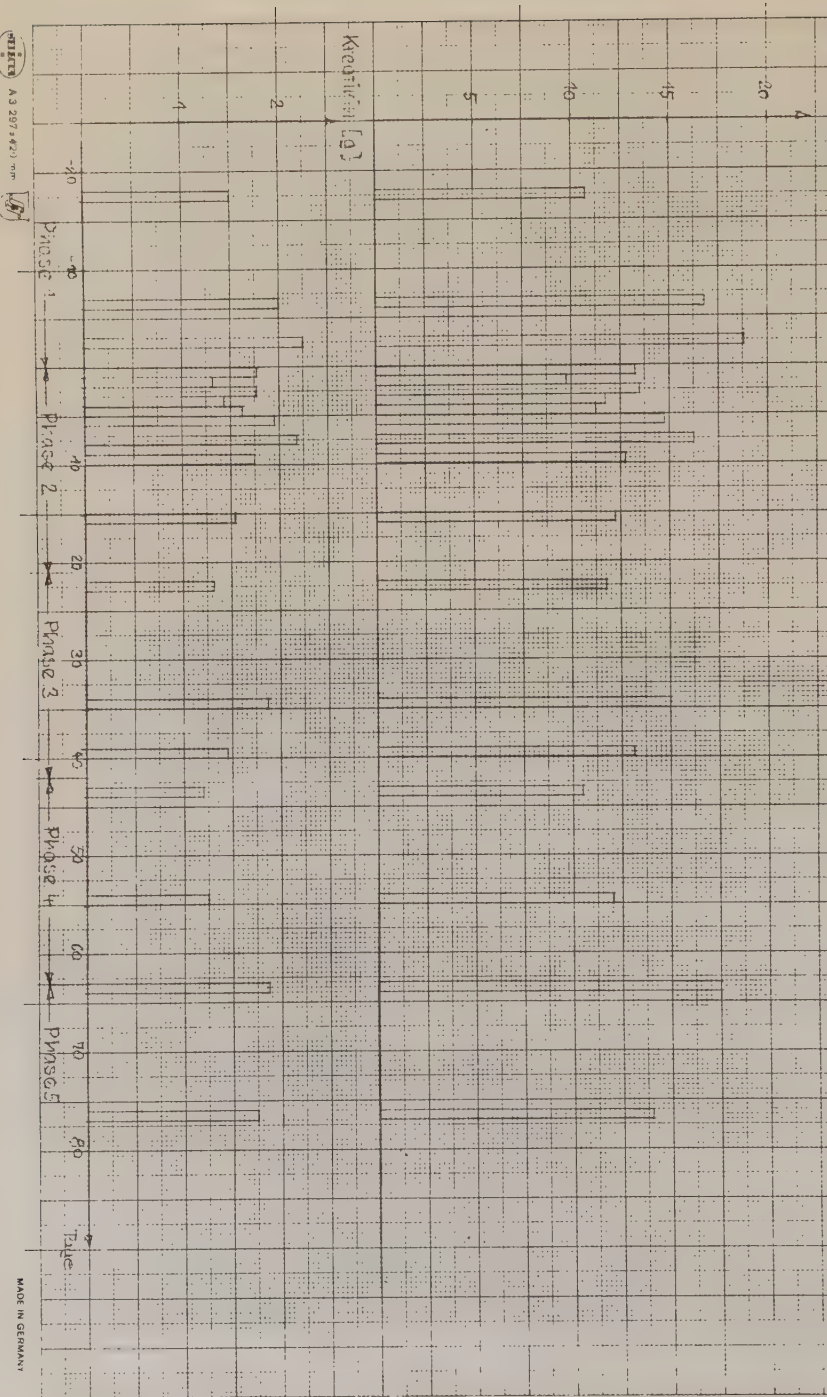
Kreatinin im Urin

Die Ausscheidung des Kreatinin im Urin schwankte nur zwischen 1,6g/die und 2,3g/die. Jedem erhöhten oder erniedrigten Wert des Kreatinin entsprach ein erhöhter oder erniedrigter Wert der Harnstoff-N-Ausscheidung.

Horstsch N 33

Horstsch - N und W 22. Juli 1991 (R)

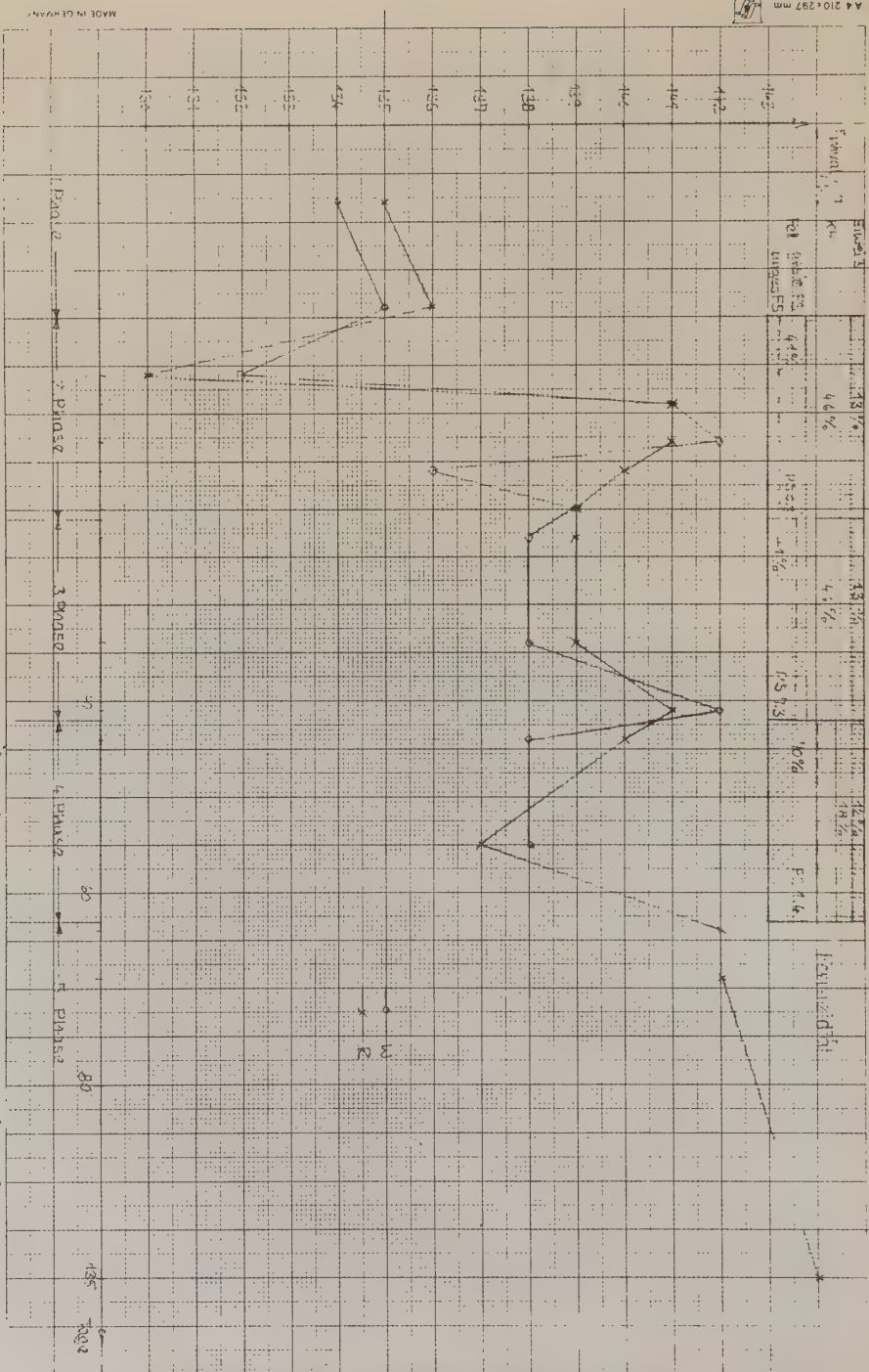
25



c) Natriumkonzentration im Serum

Nimmt man als durchschnittliche Natrium-Zufuhr 3-7g bei einer westeuropäischen Tageskost an (5,26), so wurde die Natrium-Zufuhr in der Formeldiät mit durchschnittlich 2,6g (R) bzw. 1,9g (W) drastisch gesenkt. Die Werte des Serumnatriums bewegten sich bei Normalkost mit 136mval/l (R) und 135mval/l (W) im unteren Normbereich. Nach einer 2-3g geringeren Natriumzufuhr fielen die Serumwerte zunächst ab, bei Versuchsperson R auf 132mval/l und bei Versuchsperson W auf 130mval/l. Nach 8 Tagen stieg die Natriumkonzentration im Serum trotz unveränderter Zufuhr bei beiden auf 141mval/l an. - Von da an, dem 8. Tag der Formeldiät, pendelte sich der Natriumspiegel im Serum bei Versuchsperson R auf ein gleichbleibendes Niveau ein. Bei Versuchsperson W wurde dieses Einpendeln auf ein bestimmtes Niveau unterbrochen, als am 11.10. eine akute Magenverstimmung mit Erbrechen auftrat. Während die Natriumkonzentration am Tag nach der Erkrankung noch dem vorhergegangenen Wert entsprach, fiel er nach 3 Tagen um 6mval/l ab. Dieser Natriumverlust wurde von einem leichten, aber doch auffälligen Gewichtsverlust von 700g begleitet.

Für beiden Versuchspersonen wurde gegen Ende der letzten Phase der Formeldiät ein die normalen Mittelwerte überschreitender Anstieg der Natriumwerte festgestellt.

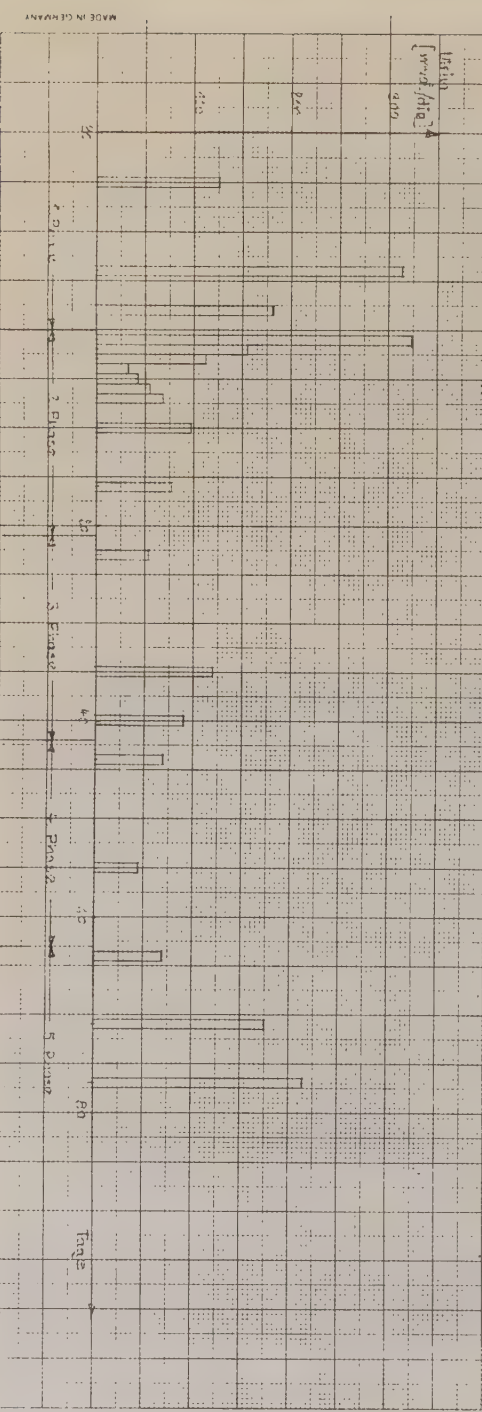
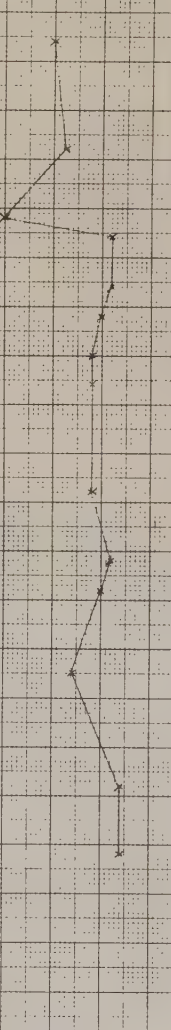
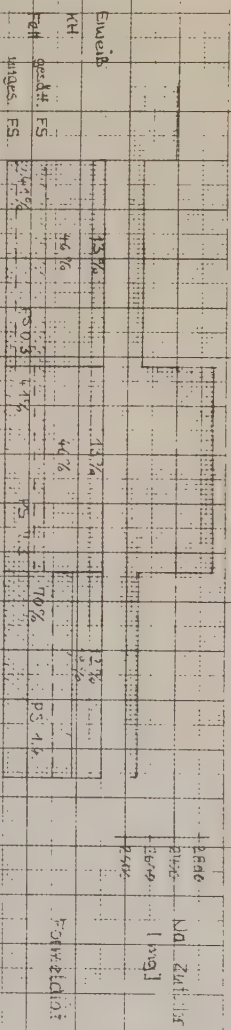


Die Natriumkonzentration im Urin

Während unter Normalkost eine durchschnittliche Ausscheidung von Natrium von 250mval/die gemessen wurde, sank die Natriumausscheidung innerhalb der ersten 4 Tage der Formeldiät von 324mval/die auf 46mval/die. Dieser rapide Abfall lief einer vergleichsweise konstanten Natriumkonzentration im Serum parallel. Im weiteren Verlauf pendelte die Natriumausscheidung zwischen 100mval/die und 70mval/die entsprechend der konstanten Zufuhr.

Nach Beendigung der Formeldiät stieg die Natriumkonzentration im Urin sofort wieder an und näherte sich nach 14 Tagen Normalkost mit 193mval/die wieder dem Ausgangswert.

Volfrumkonzentration in ZrO₂-Matrix



Die Kaliumkonzentration im Serum

Als durchschnittliche Kaliumzufuhr unter Normalkost werden 3,5-4g angegeben (5,26). Damit befand sich Versuchsperson R während der normalen Ernährung mit 4,5g etwas über und Versuchsperson W mit 1,8g unter dem Durchschnitt. In der Formeldiät entsprach die Kaliumzufuhr fast diesen Ausgangswerten. Versuchsperson R erhielt während der 2.Phase 4,34g, während der 3.Phase 5,05g und während der 4.Phase 5,06g Kalium. Versuchsperson W nahm in der 2.Phase 1,8g, in der 3. 1,9g und in der 4.Phase 1,6g Kalium zu sich. Bei beiden Versuchspersonen stieg die Kaliumkonzentration im Serum während den ersten 8 Tage der Formeldiät auffällig an: Von 4mval/l auf 5mval/l (R), und von 3,55mval/l auf 5,2mval/l (W). Dieser Anstieg fällt mit einem Abfall der Natriumkonzentration im Serum zusammen. Sobald der Natriumgehalt im Serum etwas anstieg, fiel der Kaliumgehalt wieder ab. Die Werte der Kaliumkonzentration verliefen für beide Versuchspersonen fast parallel und pendelten während der 2. und 3. Phase zwischen 4,3 und 4,25mval/l (W) bzw. 4,4 und 4,26mval/l (R). In der letzten Phase der Formeldiät fiel die Kaliumkonzentration bei Versuchsperson R ab und entsprach fast den Werten unter Normalkost. Dieser Vorgang wurde von einem Anstieg der Natriumwerte begleitet. Dabei war die Kaliumzufuhr gegenüber der vorhergehenden Phase unverändert und die Natriumzufuhr von 2,85g auf 2,56g gesenkt worden.

Kalkula, imi Saccari

Temp	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
KH	4.6%	4.6%	4.6%	4.6%	4.6%	4.6%
Temp	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
Temp	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5

Formaldehyde

Δ

50

45

40

35

30

-25

-20

-15

-10

-5

0

5

10

15

20

25

30

35

40

1. Phosphate

2. Phosphate

3. Phosphate

4. Phosphate

5. Phosphate

6. Phosphate

7. Phosphate

8. Phosphate

9. Phosphate

10. Phosphate

Kaliumausscheidung im Urin

Die Kaliumausscheidung unter Normalkost schwankte zwischen 55mval/die und 90mval/die. Während der ganzen Dauer der Formeldiät wurden Mengen zwischen 75mval/die und 100mval/die ausgeschieden. Die Kaliumausscheidung schien also erhöht zu sein. Nach Beendigung der Formeldiät sank die Ausscheidung sofort wieder auf 66mval/die ab.

4. Diskussion

Im Gegensatz zu früheren Diätversuchen dauerte dieser Versuch mit 9 Wochen sehr lange. Durch die ausschließliche Zufuhr der flüssigen Formeldiät, die genau in sämtlichen Bestandteilen festgelegt war, wurde die Aufstellung eindeutiger Bilanzen ermöglicht. Die Ergebnisse dieses Versuchs sind nicht nur deshalb von Bedeutung, weil in jeder Phase eine Stabilisierung der biochemischen Veränderungen abgewartet wurde und die Formeldiät täglich nach genau standardisierten Bedingungen von einer Diätassistentin zubereitet wurde, sondern auch weil die Verfasser dieser und einer gleichlaufenden Arbeit über die Auswirkungen der Diät auf Cholesterin und Triacylglyceride gleichzeitig die Versuchspersonen waren, womit eine optimale Einhaltung der Versuchsbedingungen gewährleistet war. Die Wertigkeit der Ergebnisse wird außerdem dadurch erhöht, daß wesentlich häufiger Blut- und Urinkontrollen durchgeföhrt wurden als in vergleichbaren Versuchen. - Es stellte sich heraus, daß eine flüssige Ernährung auch über längere Zeit ohne Schaden eingenommen werden kann.

Der starke Gewichtsverlust von 2 kg bei beiden Versuchspersonen während der ersten 6 Tage der Formeldiät ist sicher auf eine vermehrte Wasserausscheidung auf Grund der verminderten Natriumzufuhr in der Formeldiät zurückzuführen. Die Serumnatriumwerte zeigten eine Einstellung auf eine neue Elektrolytbilanz: Obwohl das Natrium im Serum mit Beginn der Formeldiät zunächst abfiel, stieg es nach gleichbleibender Zufuhr nach 8 Tagen wieder an. Es muß also eine vermehrte Wasserausscheidung bzw. verstärkte Natriumretention stattgefunden haben. Nachdem sich der Organismus der Versuchspersonen an das verminderte Natriumangebot angepaßt hatte, blieb das Körpergewicht der Versuchspersonen während der ganzen Dauer des Versuchs relativ konstant.

Die Anpassung an eine veränderte Natriumzufuhr wird in der Natriumkonzentration im Urin bestätigt: Die Natriumausscheidung sank auffällig ab. Die Aufrechterhaltung der Isotonie kann also sowohl durch eine vermehrte Wasserausscheidung (Gewichtsverlust) als auch durch eine vermehrte Natriumretention zustande kommen. Im weiteren Verlauf des Versuchs pendelte die Natriumausscheidung um ein gewisses Niveau, ebenso wie der Natriumspiegel im Serum etwa gleich blieb, entsprechend der konstanten Zufuhr. Nach Beendigung des Versuchs stieg die Natriumausscheidung sofort wieder an. Versuchsperson R erreichte innerhalb einer Woche sein Ausgangsgewicht wieder, bei Versuchsperson S stieg es nur leicht an.

Die Änderung der Zusammensetzung der Formeldiät verursachte keine erkennbare Änderung im Natriumhaushalt.

Das Serumkalium ist kein guter Indikator für den Kaliumhaushalt des Organismus, weil der Großteil des Kaliums sich intrazellulär befindet. Da aber der Kaliumhaushalt in enger Verbindung zum Natriumhaushalt steht, war eine Bestimmung der Werte in diesem Zusammenhang interessant. Bei gleichbleibender Kaliumzufuhr wird auch ein gleichbleibender Betrag an Kalium ausgeschieden und so ein Kaliumgleichgewicht erhalten. Obwohl die Kaliumzufuhr in der Formeldiät mit 4,34g fast dieselbe wie unter Normalbedingungen, nämlich 4,5g, war, stieg die Kaliumausscheidung zu Beginn der Formeldiät eindeutig an. Ebenso lag das Niveau des Kaliumspiegels bei beiden Personen während des ganzen Versuchs höher als die Ausgangswerte unter Normalkost. Eine Beziehung zum Natriumhaushalt läßt sich vor allem bei der Ausscheidung herstellen: Zu Beginn der Formeldiät fiel die Natriumkonzentration im Urin stark ab während die

Kaliumkonzentration anstiegen, bei Beendigung des Versuchs fand der umgekehrte Vorgang statt. Dabei muß berücksichtigt werden, daß keine veränderte Kaliumzufuhr diese Vorgänge bewirkt hat. Damit scheinen Mechanismen im distalen Tubulus bestätigt zu werden, wonach durch eine geringere Natriumrückresorption die Kaliumsekretion nicht mehr gefördert wird, d.h. daß bei vermehrter Natriumausscheidung im Urin weniger Kalium ausgeschieden wird, und umgekehrt (12, 26).

Modell zur Kalibrierung von Sensoren (B)

-39-

10^{-3} mV/l

10^{-3}

10^{-3}

10^{-3}

10^{-3}

10^{-3} mV/l

10^{-3}

10^{-3}

Probe

1. Phase

2. Phase

3. Phase

4. Phase

5. Phase

6. Phase

7. Phase

8. Phase

9. Phase

10. Phase

11. Phase

Schon um die Jahrhundertwende wurde nachgewiesen, daß die Harnsäureausscheidung bei purinfreier Kost auf einen recht konstanten Wert absinkt. Zu dieser endogenen Harnsäurekonzentration addiert sich normalerweise die Harnsäure, die aus den Purinkörpern der Nahrung gebildet wird. Die Ergebnisse des Versuchs bestätigen dies: Bei beiden Versuchspersonen sanken die Harnsäurewerte unter der purinfreien Formeldiät weit unter den Ausgangswert bei Normalkost ab. - Allendinas trat diesen Abfall erst nach 8 Tagen ein, während nach 5 Tagen Formeldiät noch ein Anstieg der Harnsäure zu verzeichnen war.

Erstaunlicherweise stiegen während der 4. Phase des Versuchs die Harnsäurewerte kontinuierlich wieder an. Versuchsperson P. erreichte auf diese Weise nach 9 Wochen streng purinfreier Kost denselben Harnsäurewert, den sie zu Beginn des Versuchs unter Normalkost hatte, bei Versuchsperson W lag er nur wenig unter dem Ausgangswert. Dieser Anstieg ist wahrscheinlich nur auf die unterschiedliche Zusammensetzung der Diät zurückzuführen. Die Eiweißfraktion war während der 4. Phase (12%) derjenigen der 2. und 3. Phase fast gleich (13%), aber der Anteil des Fettes (17%) war gegenüber der 2. und 3. Phase (41%) auf Kosten des Anteils der Kohlenhydrate (18% gegenüber 46%) wesentlich erhöht. Der V/S Quotient war 1,2 gegenüber 7,3 in der 3. und 0,3 in der 2. Phase. Eine erhöhte Fettzufuhr wird von manchen Autoren als Ursache für eine Harnsäureretention verantwortlich gemacht. "Eine Diät mit hohem Fettanteil, aber niedrigen Protein- und Kohlenhydratanteil reduziert die Ausscheidung der Harnsäure durch die inhibitorische Wirkung hauptsächlich der β -Hydroxybuttersäure auf die tubuläre Sekretion der Harnsäure" (13). Aufgrund dieser Untersuchungen beim Menschen konnte festgestellt werden, daß die Ausscheidungsmechanismen glomeruläre Filtration, tubuläre Resorption

und tubuläre Sekretion in sich schließen (15). Auf Grund dieser Ergebnisse war es möglich, nachzuweisen, daß bei Ketonämie die Sekretion der Harnsäure im Tubulus gehemmt wird. Dies kann eine Erklärung für die Hyperurikämie bei Personen mit einer fettreichen Ernährung bieten (16). Somit könnte der deutliche Anstieg der Harnsäurewerte im Serum bei beiden Versuchspersonen mit der ketotischen Stoffwechselerkrankung infolge einer zwar purinfreien, aber fettreichen Diät erklärt werden.

Eine andere Erklärungsmöglichkeit liegt bei den unterschiedlichen P/S Quotienten der verschiedenen Phasen der Formeldiät. Nach einer neuen Untersuchung soll der Harnsäurespiegel signifikant absinken, wenn bei den vorerwähnten Fetten solche mit niedrigem P/S Quotienten gegen solche mit hohem P/S Quotienten ausgetauscht werden (37). Zu Beginn der Formeldiät bestand fast derselbe P/S Quotient wie unter Normalkost. Das Absinken der Harnsäure wäre also hier tatsächlich auf die purinfreie Diät zurückzuführen. In der 3. Phase werden bei dem höchsten P/S Quotienten des ganzen Versuchs die niedrigsten Harnsäurewerte angetroffen. In der letzten Phase der Formeldiät sinkt der P/S Quotient weit ab und gleichzeitig steigen die Harnsäurewerte trotz purinfreier Kost an. Auch bei der Harnsäureausscheidung im Urin sind die niedrigsten Werte während der 3. Phase zu finden. In der 4. Phase kommt es ebenfalls zu einem leichten Anstieg, der aber nicht so deutlich wie bei den Harnsäurewerten im Serum ist.

Der Harnstoff-N entspricht in seinem Verhalten der Gesamtstickstoffkonzentration im Serum. Diese Werte erlauben deshalb gewisse Rückschlüsse auf die Stickstoffbilanz. Wenn man in einem Ernährungsversuch von einem Stickstoffgleichgewicht zum anderen wechselt, dann stellt sich das neue Gleichgewicht nicht sofort ein. Es verstreichen einige Tage, in denen die Bilanz entweder negativ oder positiv ist.

Das Stickstoffgleichgewicht hängt nicht nur von der Menge des zugeführten Proteins ab, sondern auch von der Qualität des Eiweißes. Obwohl bei Versuchsperson I die Quantität der Eiweißzufuhr zu Beginn der Formeldiät derjenigen unter Normalkost entsprach, kam es zu einem starken Anstieg der Serum-Harnstoff-N-Konzentration. Ebenso war bei Versuchsperson R ein Anstieg zu verzeichnen. Er erhielt sogar weniger Eiweiß als unter Normalkost. Die Eiweißzufuhr in der 4. Phase war dieselbe wie in der 3., trotzdem stieg bei beiden Versuchspersonen die Harnstoff-N-Konzentration stark an. Dieses parallele Ansteigen legt die Vermutung nahe, daß die unterschiedliche Zusammensetzung der Formeldiät einen Einfluß auf die Stickstoffbilanz hat. 5 Tage nach Ende der Formeldiät war der Harnstoff-N bei Versuchsperson R stark abgesunken. Nach 14 Tagen wurde wieder ein der Norm entsprechender Wert gemessen. Das bestätigt die Erfahrung, die zu Beginn des Diätversuchs gemacht wurde: Daß die Stickstoffbilanz bei Änderungen der gewohnten Eiweißqualität starken Schwankungen unterworfen ist, auch wenn die Eiweißzufuhr quantitativ fast gleich bleibt. Erwartungsgemäß fiel also der Harnstoff-N ab, nachdem er bei der Umstellung von Normalkost auf das Magermilcheiweiß der Formeldiät anstieg war.

Jedem Anstieg der Harnstoff-N-Konzentration im Serum entsprach ein niedriger Wert der Harnstoff-N-Ausscheidung im Urin, und jeder vermehrten Ausscheidung entsprach eine Erniedrigung der Konzentration im Serum. Dies kann als Ausdruck der Einregelung auf ein neues Stickstoffgleichgewicht gewertet werden. Besonders deutlich scheint dies bei der letzten Messung der 4. Phase der Fast zu sein. Nachdem unter Fettbelastung die Harnstoff-N-Konzentration im Serum stark anstieg, fiel sie plötzlich am Ende der Phase stark ab und gleichzeitig kam es zu einem starken Anstieg der Harnstoff-N-Ausscheidung.

Die Kreatininausscheidung kann als Maß für eine korrekte Urinsammlung für metabolische Untersuchungen benutzt werden (12). Nachdem die Formeldiät auch keine kreatininhaltigen Nahrungsmittel enthielt, wurde, wie erwartet, eine konstante Kreatininkonzentration im Serum gemessen.

5. Zusammenfassung

Eine männliche und eine weibliche Versuchsperson ernährten sich 9 Wochen lang ausschließlich mit einer purinfreien, flüssigen Formeldiät, die einen wechselnden Gehalt an gesättigten und ungesättigten Fettsäuren aufwies.

Bei beiden Personen sank der Harnsäurespiegel im Serum unter purinfreier Kost zunächst ab. Unter der Ernährung mit Fettsäuren mit hohem P/S Quotient erreichte er den niedrigsten Wert. Trotz weiterer purinfreier Ernährung stieg er unter Belastung mit Fetten mit niedrigem P/S Quotient wieder bis auf den Ausgangswert an.

Ein geringerer Natriumgehalt der Formeldiät gegenüber Normalkost führte zu einem Gewichtsverlust bei beiden Versuchspersonen. Danach entsprachen die Serum-Natrium-Werte wieder der Norm: Der Natriummangel wurde durch Wasserausschwemmung und Natriumretention aufgefangen.

Trotz quantitativ gleichbleibender Proteinzufuhr schwankte die Harnstoff-N-Konzentration im Serum bei jeder Änderung der Diätzusammensetzung. Es dauerte jedesmal einige Tage, bis ein neues Stickstoffgleichgewicht hergestellt war. Vor allem bei erhöhtem Fettanteil der Diät stieg bei beiden Versuchspersonen die Harnstoff-N-Konzentration an.

Literaturverzeichnis

1. Benedek, T.G. *Ann. Intern. Med.*, 1967, 66
2. Boehringer *Test-Fibel "Harnsäure"*
3. Brooks, G.W. et al. *Jama*, 1966, 195, S.415
4. Birnzi, S. *"Wasser und der Elektrolythaushalt"*
aus *Das vegetative Nervensystem*, 1970, 70
Ernährungstabellen, 1969
5. Documenta Geigy *Interpretation klinisch-chemischer Laborresultate*, 1970, S.Kröner Verlag
6. Eastham, R.D. *"Stoffwechsel der Eiweiße und Aminosäuren"* aus *Thannhausers Lehrbuch des Stoffwechsels und der Stoffwechselkrankheiten*, 1957, S. 376
7. Felix, K.
8. Gentler, White, Cadu, Whiten *Amer. J. Med. Scienc.*, 1964, 248, S.377
9. Goldfinger, St. et al. *New Engl. J. of Med.*, 1965, 272, S.351
11. Gralling, H. *Therapie Woche*, 1972, 2, S.77
12. Gonon, M. *Physiologie*, 1971
13. Gutman, Yü *J. of Med.*, 1965
14. Gutman, Yü *New Engl. J. of Med.*, 1965, 273
15. Gutman, Yü, Berger *Clin. Invest.* 1959, 38, S.1778
16. Gutman, A.B. *Clin. Invest.*, 1967, 42, S.32
17. Grigalen, K. *Diagnostik*, 1972, 4, S.9
18. Karlson, P. *Kurzes Lehrbuch der Biochemie*, 1967
19. Krämer-Gaedicke, H. *Therapie-Woche*, 1972, 2, S.118
20. Mathies, H. *Therapie-Woche*, 1972, 2, S.84
21. Menck, E. *Klinisch. Labor*, 1970
22. Menz, O.P. *Münchner Med. Wschr.*, 1969, 111, S.491
23. Moll, H.C. u. Daugherty *"Wasser- und Elektrolytstoffwechsel"*
aus *Thannhausers Lehrbuch d. Stoffw. u. d. Stoffuhr.*, 1957
24. Pichotha, J. *"Der Stoffwechsel d. Organismen"* aus
Lehrbuch d. Physiologie von Keidel, 1967
25. Schettler, G. *Fettstoffwechselstörungen*, 1971
G. Thieme Verlag

26. Siegenthaler, W. *Klinische Pathophysiologie*, 1971
27. Siemens, Wörzha, Hoffmeister *Münch. med. Wschr.*, 1973, 46
28. Sorenson *Scan. J. Clin. a. Lab. Invest.*, 1960
29. Thannhauser *Dt. Med. Wschr.*, 1956, 81
30. Thannhauser *Lehrbuch d. Stoffw. u. d. Stoffskr.*
1957, S. 516
31. Thurnau u. Deetjen *Allg. Grundlagen d. Nierenfunktion*
aus *Handbuch d. Kinderheilkunde* von
Opitz, 1966, S. 1009
32. Zachau-Christiansen, B. *Scan. J. Clin. a. Lab. Invest.*,
1957, 9, S. 150
33. Zöllner, N. *Z. klin. Chemie*, 1963, 6, S. 178
34. Zöllner, N. *Dt. Med. Wschr.*, 1956, 81
35. Zöllner, N. *Nukleinstoffwechsel* aus Thannhausers
Lehrbuch d. Stoffw. u. d. Stoffskr.
1957, S. 15
36. Ulrich, K.G. *"Niere"* aus *Lehrbuch d. Physiologie*
von Keidel, 1967

In dieser Stelle möchte ich Herrn Priv. Doz. Dr. Wolfson für die freundliche Überlassung des Themas zu dieser Arbeit danken. Vor allem herzlichen Dank für die hilfreiche Unterstützung bei der Versuchsdurchführung und dem Ausarbeiten der Doktorarbeit.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Zöllner für die Möglichkeit, in seinem Ernährungslabor zu arbeiten und chemische Untersuchungen durchzuführen.

Auch Herrn Dr. Tönnchen danke ich für die freundliche Unterstützung meiner Arbeit.

Mein Dank gilt auch den Damen des Ernährungslabors, Frau Berger und Frau Mund, die mich in die Laborarbeiten einführten und mir bei Schwierigkeiten geduldig halfen.

Ganz besonders möchte ich der Diätassistentin, Frä. Güttler, danken, die uns 9 Wochen lang mit einer mit Sorgfalt zubereiteten Formeldiät versorgte.

Außerdem möchte ich die Gelegenheit benützen meinen Eltern, meinem Bruder und meinen Freunden, vor allem Hans Ritter, dafür zu danken, daß sie mich bei der Durchführung dieser Arbeit immer wieder ermutigten und mir hilfreich zur Seite standen.

Lebenslauf

Ich, Christine Hauber, geb. Wagner, wurde am 27.2.1948 in Simmerberg/Allgäu als zweites Kind der Eheleute Dr. med. Georg Wagner und seiner Ehefrau Inge Wagner, geb. Baumen, geboren.

Ab Herbst 1954 besuchte ich 4 Klassen der Volksschule Simmerberg, ab 1958 9 Klassen des math.-naturw. Gymnasiums Lindenberg, das ich nach Ablegung des Abiturs verließ.

1968 begann ich an der Ludwig-Maximilians Universität München das Studium der Medizin, das ich im Dezember 1973 mit dem Abschluß des Staatsexamens beendete.

Am 25.1.1974 heiratete ich den Landwirt Alfons Hauber.

Vom 18.2.74 - 31.6. war ich in der Inneren Abt. des Krankenhauses Isar als Medizinalassistentin tätig.

Seit dem 1.7.74 arbeite ich in der Chirurgischen Abt. des Krankenhauses Tutzing.

